

(2)

有明海における赤潮発生と水質との関連

1998年以降の赤潮発生件数の増加について

- H18年の委員会報告においても、1998年以降の赤潮発生件数増大に関して指摘されている。
- 冬場の珪藻類による赤潮が増加していることから、冬期水温と透明度の上昇、富栄養化の進行が疑われている。
- 今回、有明海奥部について、長期の水質データを解析し、この点について検討を試みた。



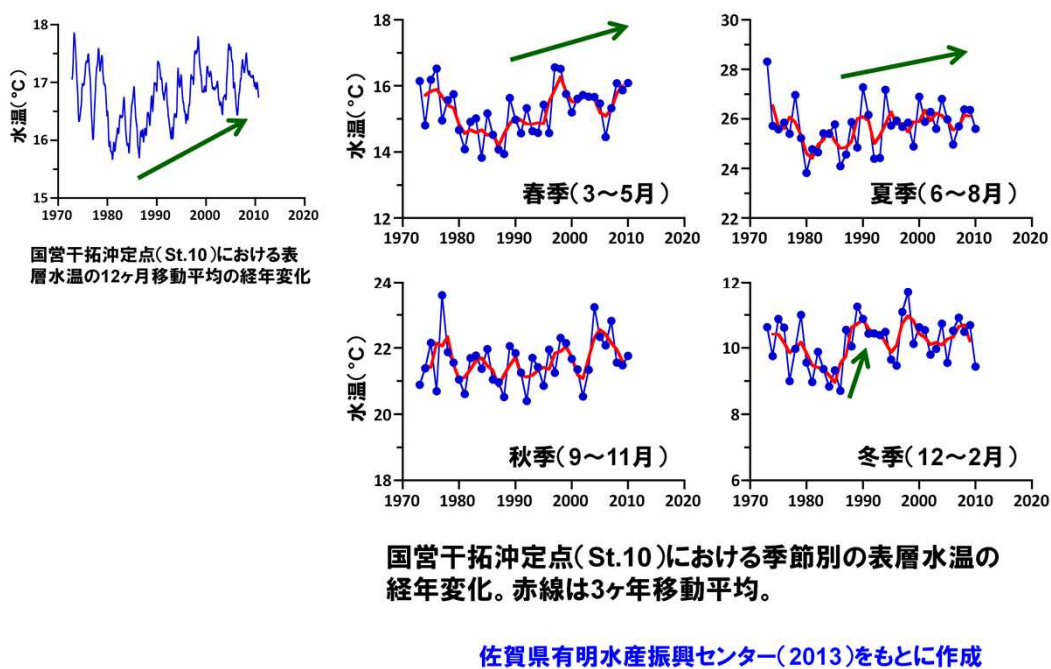
出典：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」 佐賀県有明水産振興センター（2013）

本データのうち、湾奥に位置する定点10(国営干拓沖)と湾奥西部に位置する定点3(大浦沖、諫早湾口)のデータについて解析を試みた。

【浅海定線調査】

水産庁が推進してきた漁況海況予報事業のうち、増養殖漁場を主対象とした定点海洋観測(いわゆる浅海定線)を1972年から全国的に実施してきた。有明海での浅海定線調査は毎月1回、朔の大潮に各県一斉調査が実施されてきた。現在国内で最も長期かつ広範囲に蓄積された海洋データベースの一つである。

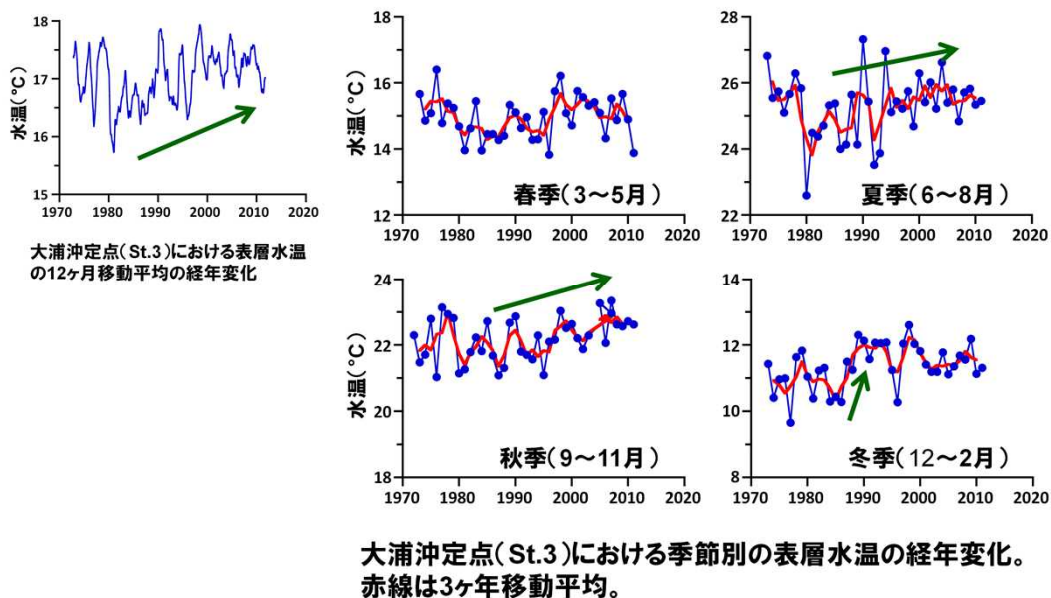
水温の長期変動傾向(国営干拓沖)



出典：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」 佐賀県有明水産振興センター(2013)

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、1980年代後半からの水温上昇が認められ、特に冬期に顕著である。本傾向は瀬戸内海など他海域でも同様な傾向が観察されている

水温の長期変動傾向(大浦沖)

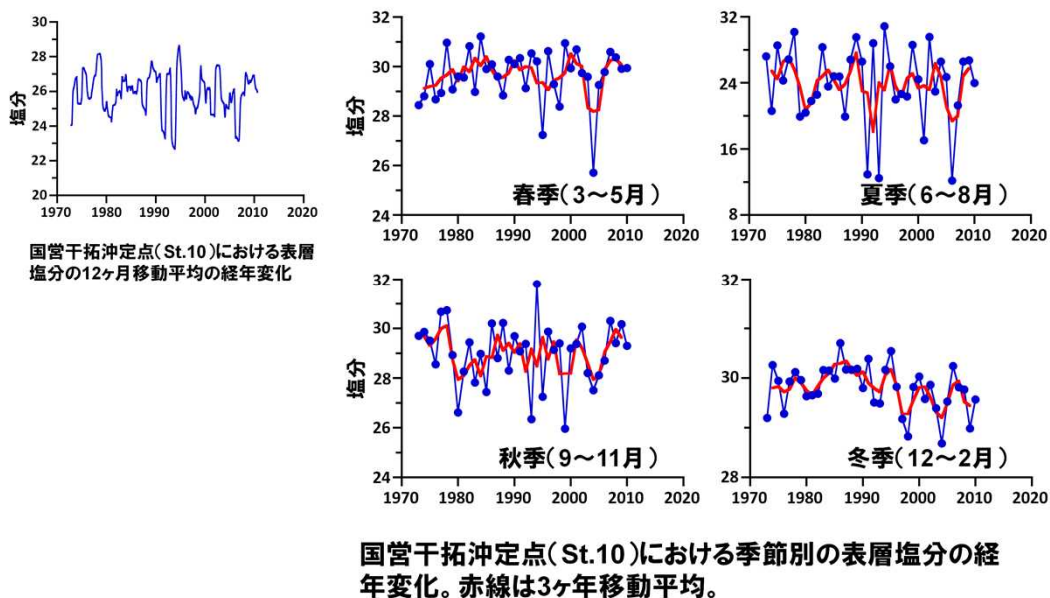


佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖においても、1980年代後半からの水温上昇が認められ、特に冬期に顕著である。本傾向は瀬戸内海など他海域でも同様な傾向が観察されている

塩分の長期変動傾向(国営干拓沖)

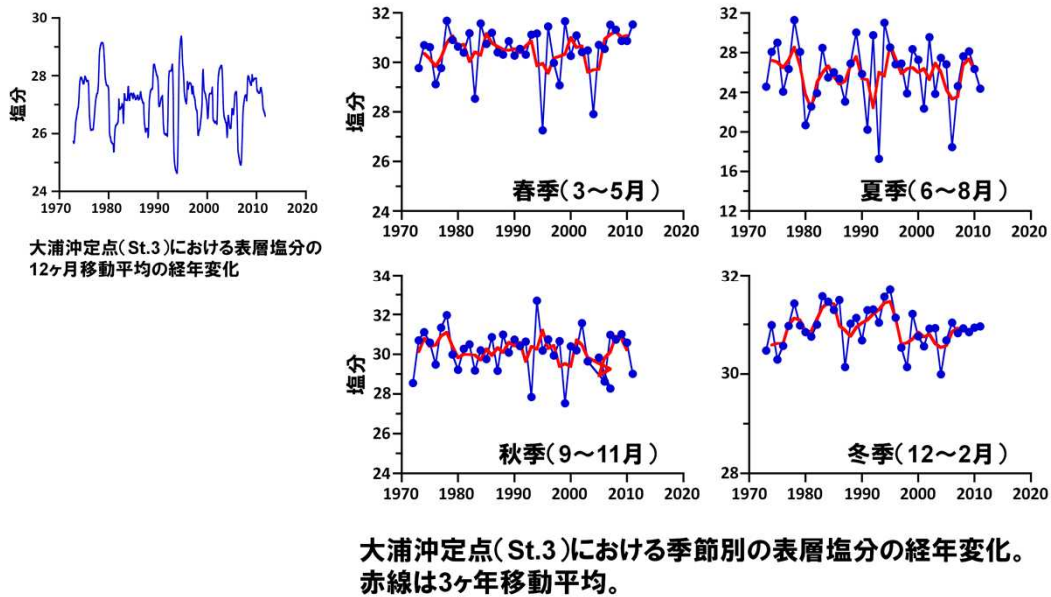


佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、塩分の長期変動は明瞭ではない

塩分の長期変動傾向(大浦沖)

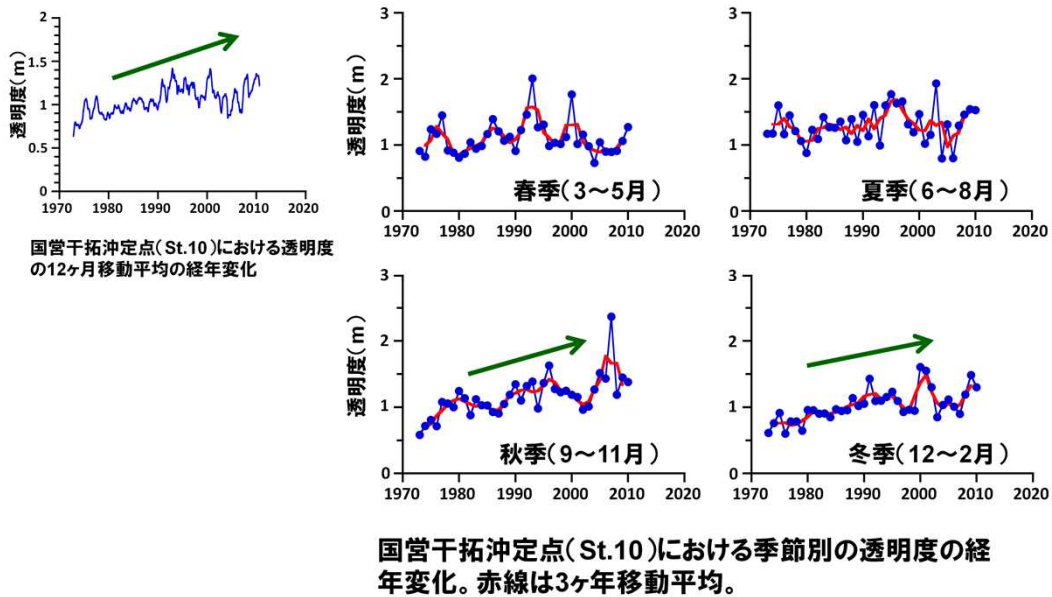


佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖において、塩分の長期変動は明瞭ではない

透明度の長期変動傾向(国営干拓沖)

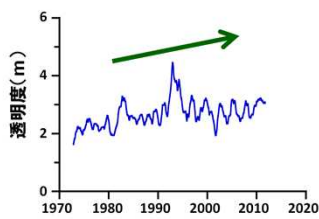


佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

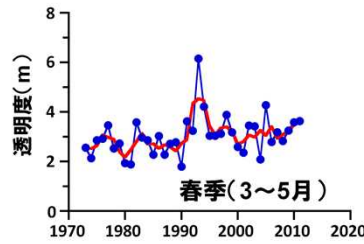
資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、1970年代以降、透明度が長期的に上昇を続けている。春期と夏期は長期変動が認められないが、秋期と冬期に上昇が明瞭である。

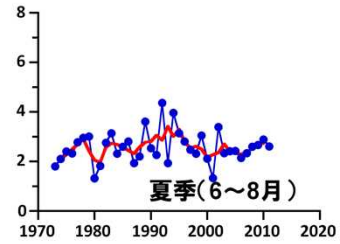
透明度の長期変動傾向(大浦沖)



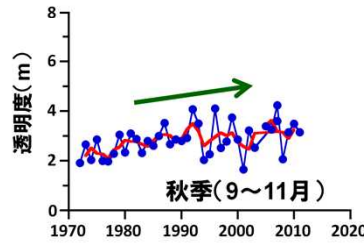
大浦沖定点(St.3)における透明度の12ヶ月移動平均の経年変化



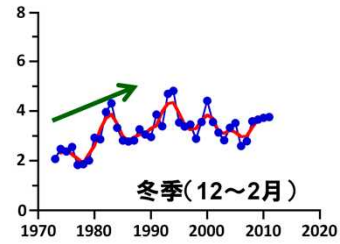
春季(3~5月)



夏季(6~8月)



秋季(9~11月)



冬季(12~2月)

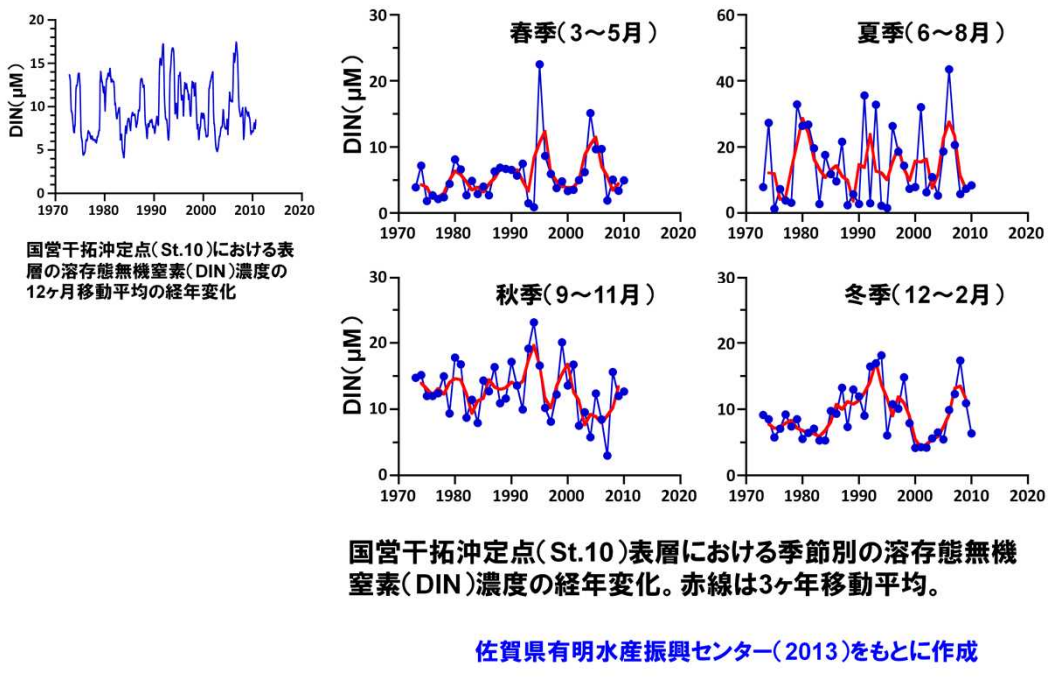
大浦沖定点(St.3)における季節別の透明度の経年変化。赤線は3ヶ年移動平均。

佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖において、1970年代以降、透明度が長期的に上昇を続けている。ただし国営干拓と比較すると、冬期の上昇は1990年代以降は横ばいである。

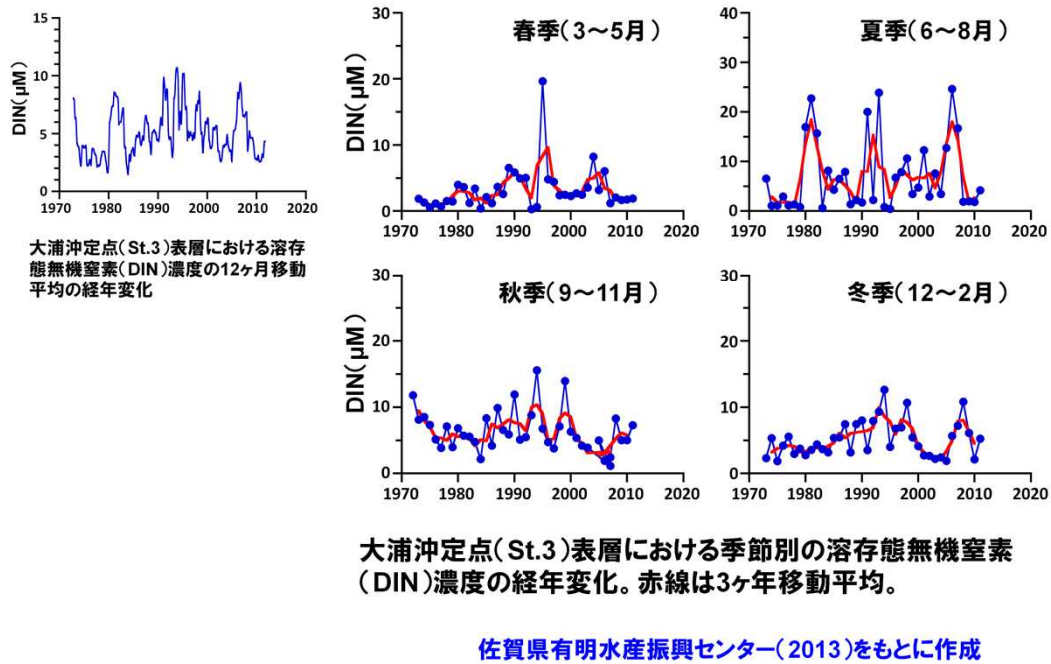
溶存態無機窒素濃度(DIN)の長期変動傾向(国営干拓沖)



資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖においては年変動が大きく、特に長期変動は認められない。

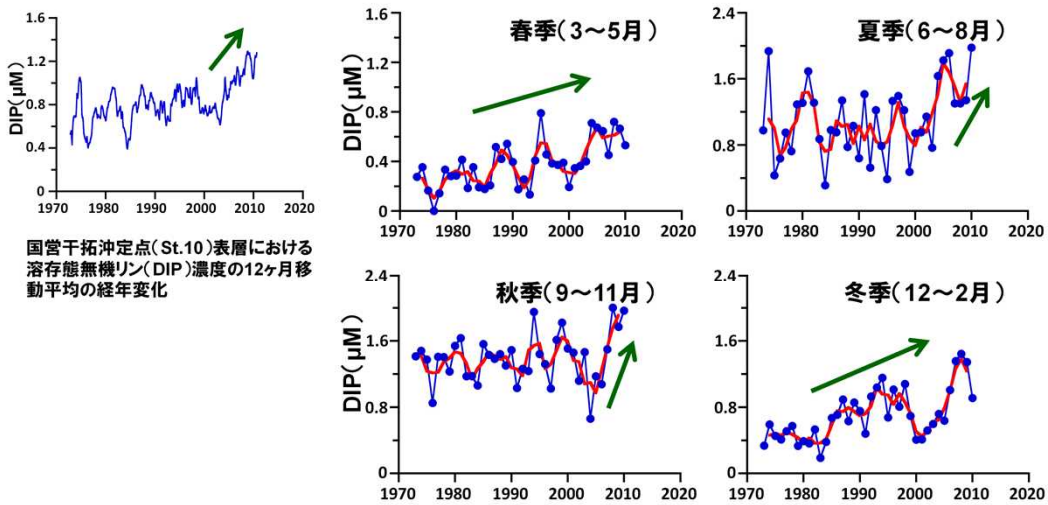
溶存態無機窒素濃度(DIN)の長期変動傾向(大浦沖)



資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖においては年変動が大きく、特に長期変動は認められない。

溶存態無機リン濃度の長期変動傾向(国営干拓沖)



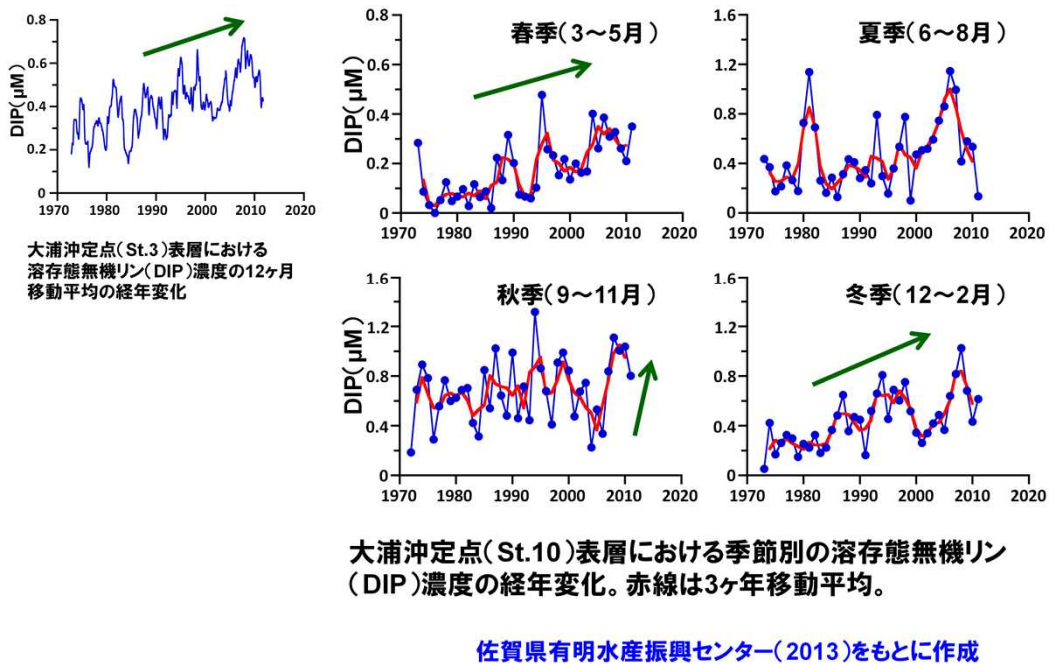
佐賀県有明水産振興センター(2013)をもとに作成

資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、窒素とは異なり、リンは長期的に上昇傾向が明瞭である。特に2000年代中頃からの春期と冬期の上昇が明瞭である。

陸域からのリンの負荷量増加は認められないことから、この原因として底泥からの溶出量が増えているか、あるいは内部生産の低下によってリンが過剰となっているなどの要因が推定される。

溶存態無機リン濃度の長期変動傾向(大浦沖)

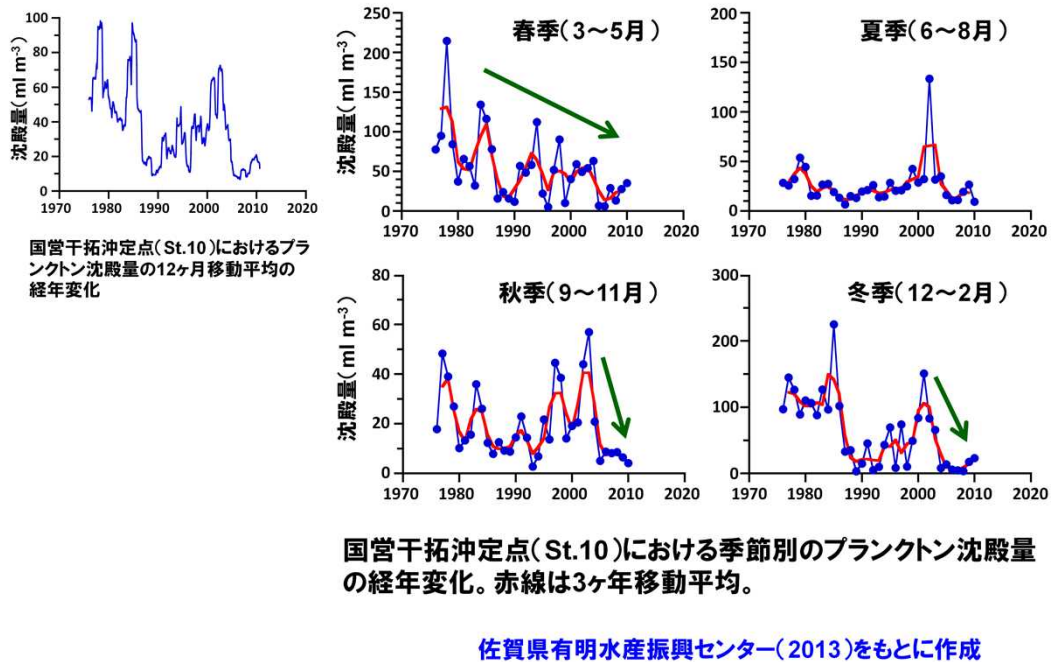


資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖においても、窒素とは異なり、リンは長期的に上昇傾向が明瞭である。特に春期と冬期の上昇が明瞭である。特に2000年代中頃からの春期と冬期の上昇が明瞭である。

陸域からのリンの負荷量増加は認められないことから、この原因として底泥からの溶出量が増えているか、あるいは内部生産の低下によってリンが過剰となっている等の要因が推定される。

プランクトン沈殿量の長期変動傾向(国営干拓沖)

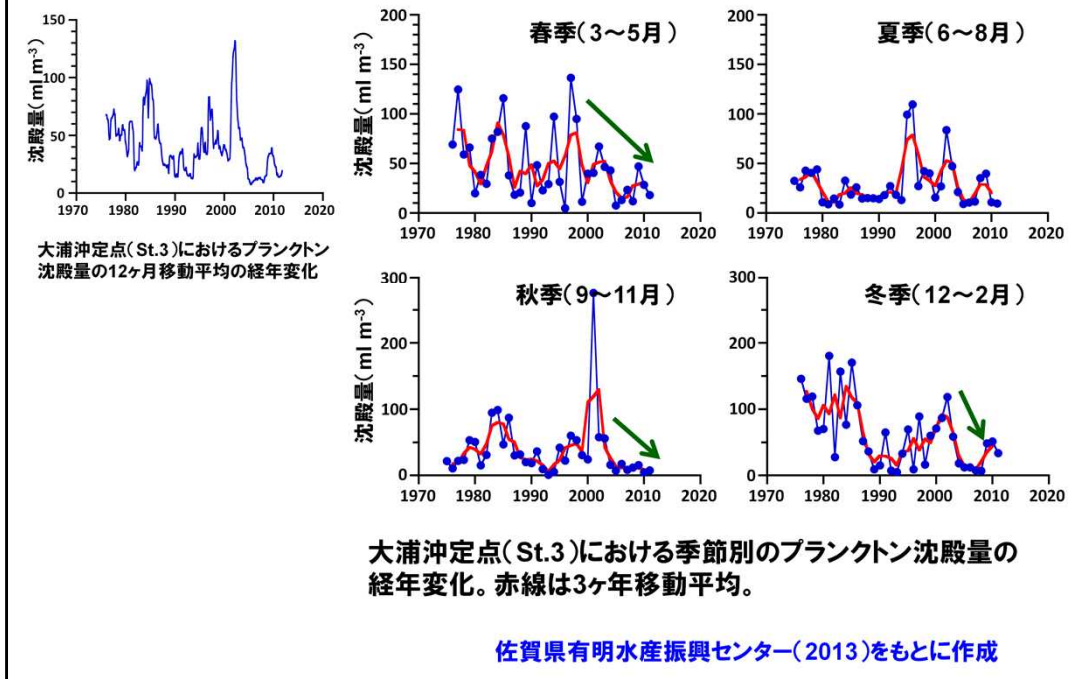


資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、特に春期のプランクトン沈殿量低下が明瞭である。また、2005年以降は、秋期から冬期にかけてもプランクトン沈殿量が著しく低く、大型珪藻などの出現量が低下していることが推察される。

このことから、溶存態無機リンの上昇は、植物プランクトンの出現量低下によって引き起こされている可能性が考えられる。

プランクトン沈殿量の長期変動傾向(大浦沖)

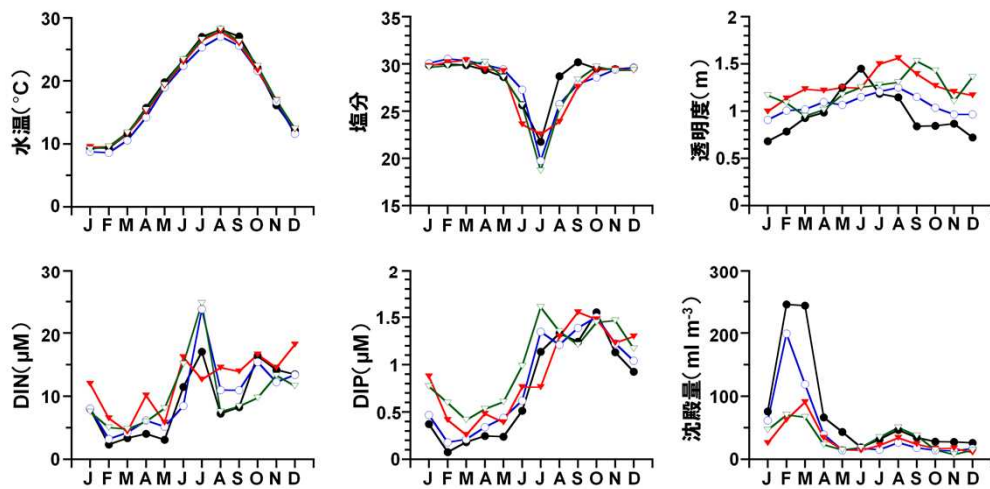


資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖において、特に春期のプランクトン沈殿量低下が明瞭である。また、2005年以降は、秋期から冬期にかけてもプランクトン沈殿量が著しく低く、大型珪藻などの出現量が低下していることが推察される。国営干拓と比較すると、低下幅は小さい。

このことから、溶存態無機リンの上昇は、植物プランクトンの出現量低下によって引き起こされている可能性が考えられる。

環境要因の季節変動(国営干拓沖)



国営干拓沖定点(St.10)における水温(表層), 塩分(表層), 透明度, 溶存態無機窒素(DIN)濃度(表層), 溶存態無機リン(DIP)濃度(表層)およびプランクトン沈殿量の推移。●:1973~79年の平均値, ○:1980~89年の平均値, ▼:1990~99年の平均値, ▽:2000~09年の平均値。

資料:「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、年代別・季節別の環境項目の長期変動を示した。

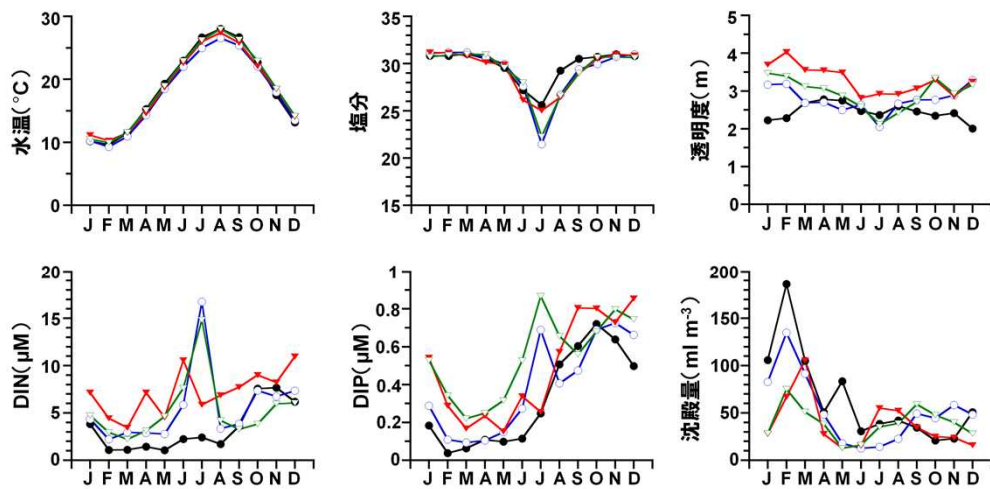
水温の上昇(1℃前後)は冬期から春期にのみ認められる

透明度の上昇は冬期、秋期に明瞭である。

溶存態無機リン(DIP)については、2000年代に入って秋期を除く期間で上昇が認められる。

プランクトン沈殿量は、1990年代以降、冬期から春期に顕著に低下している。

環境要因の季節変動(大浦沖)



大浦沖定点(St.3)における水温(表層), 塩分(表層), 透明度, 溶存態無機窒素(DIN)濃度(表層), 溶存態無機リン(DIP)濃度(表層)およびプランクトン沈殿量の推移。●:1973~79年の平均値, ○:1980~89年の平均値, ▼:1990~99年の平均値, ▽:2000~09年の平均値。

資料:「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥西部海域である大浦沖において、年代別・季節別の環境項目の長期変動を示した。

水温の上昇(1℃未満)は冬期にのみ認められる。塩分について変化が認められない。

透明度の上昇は秋期から冬期にかけて明瞭である。

溶存態無機窒素(DIN)については、1970年代は2~8月にかけて低かったことが伺える。溶存態無機リン(DIP)については、1970~1980年代の1~6月にかけて低かったことが伺える。

プランクトン沈殿量は、1990年代以降、1~3月にかけて顕著に低下している。

水質データのまとめ(水温)

- 冬期水温上昇は沿岸部では1℃程度であるため、赤潮発生に貢献しているかどうか議論が必要である。
- 夏場の水温に関してはほとんど変動なし。

1~2℃の水温差がどの程度増殖に影響を与えるか検証が必要

水質データのまとめ(透明度)

- 長期的な上昇傾向が認められた
- 透明度の上昇は秋期から冬期にかけて顕著であり、夏期は変化が認められない

透明度の上昇と潮流との関係、あるいはプランクトンそのものが減少して透明度を押し上げているのか、検証が必要である

水質データのまとめ(栄養塩)

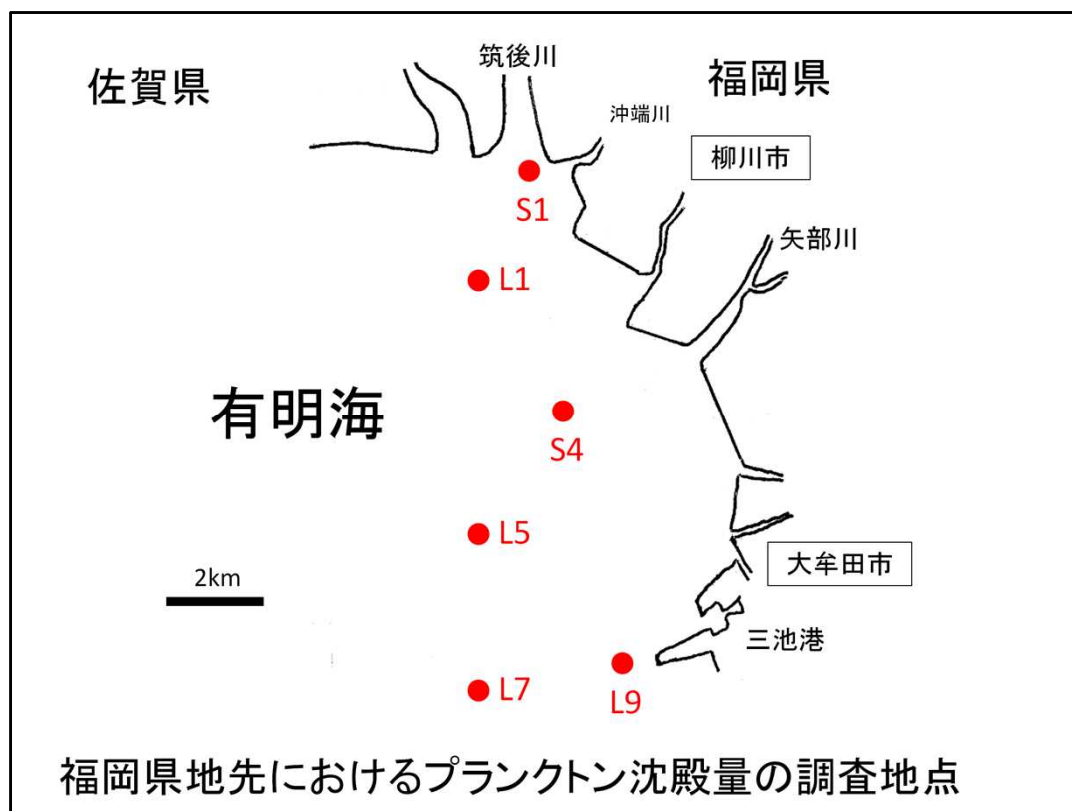
- 溶存態無機窒素(DIN)に関しては変動が認められない
- 溶存態無機リン(DIP)に関しては近年上昇傾向である

陸域からの負荷に変動がないことが既に委員会報告で指摘されていることから、内部生産能の低下による、リンの余剰現象が疑われる

「赤潮発生件数増加」は、水質や底質の悪化による富栄養化を示唆しているのか？

生物・水産資源・水環境問題作業小委員会における「二枚貝減少要因解明」において、一部海域は夏期の赤潮発生増加と貧酸素による二枚貝への死が顕在化しているものの、全体としては再生産機能そのものが低下しており、その最大要因として基礎生産能力の低下が示唆された

富栄養化の進行の可能性について、赤潮の発生件数や水質環境から解析を行う必要がある

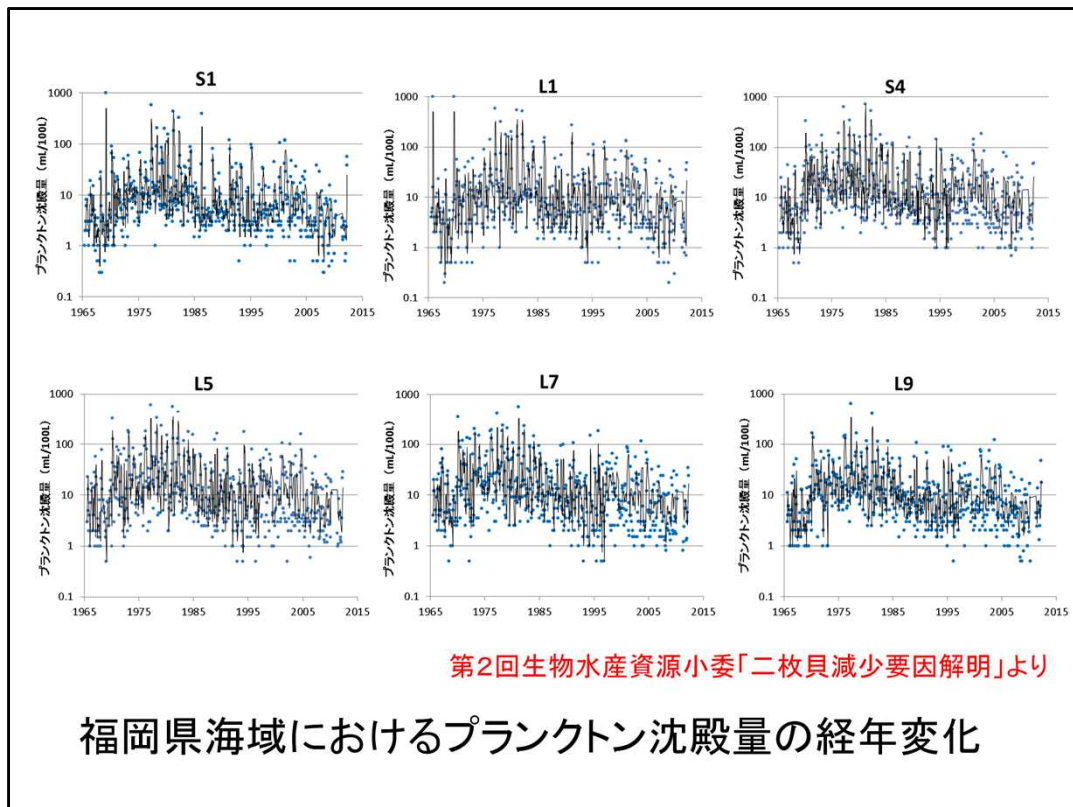


資料： 福岡県提供

浅海定線調査(1965年開始)のデータを整理

プランクトン沈殿量とは、口径30cm, 長さ1m, 100 μ mのプランクトンネットを表面1.5mを鉛直引きしたものを10%ホルマリンで沈殿させた時の容量を示す。単位は100Lあたりの沈殿物の容量(mL)

プランクトン沈殿物には植物プランクトン(大型種)やカイアシ類などの動物プランクトンが含まれる。植物プランクトンの大半はネットを通過するので、クロロフィルの直接測定と異なり、必ずしも植物プランクトン総量の指標になるとは限らないことを留意する必要がある。



資料: (昭和41年～平成3年度)福岡県有明水産試験場研究業務報告書

(平成4年～平成23年度)福岡県水産海洋技術センター有明海研究所事業報告書

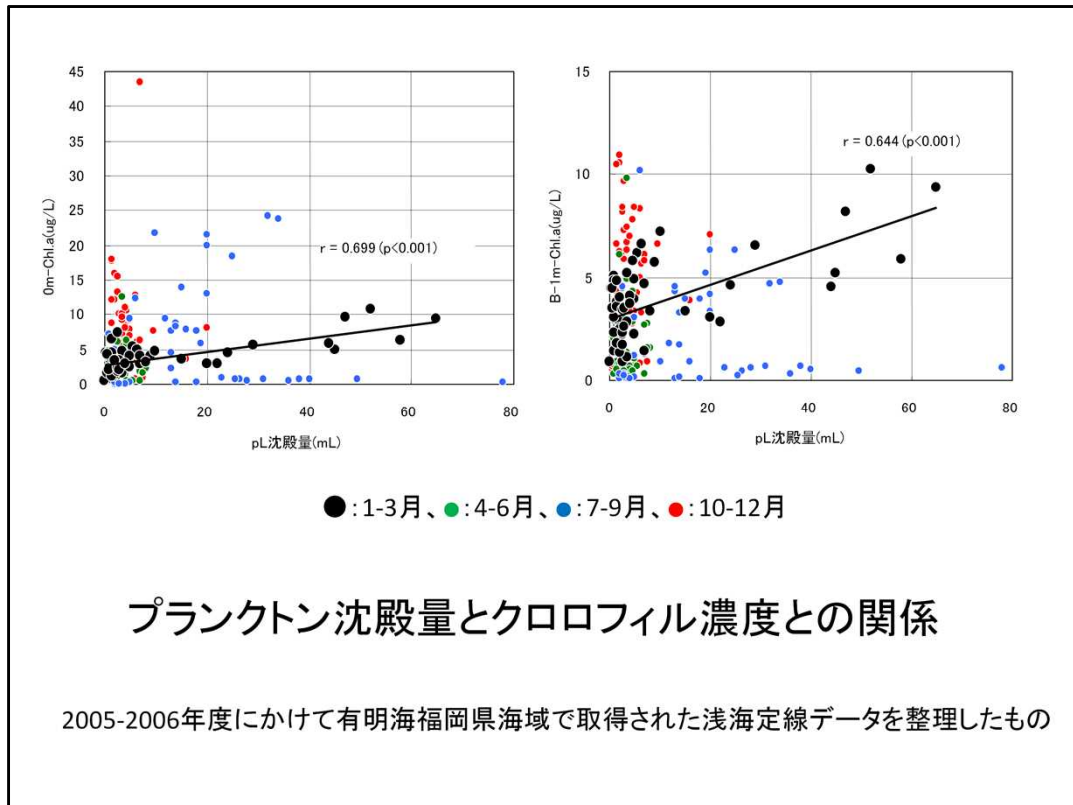
沈殿量のデータを対数表示とし、4区間の移動平均を実線で示した

すべての定点で調査開始1965年から1980年代まで急激にプランクトン沈殿量が上昇した後、徐々に漸減傾向になっている。特に2000年以降に減少傾向が顕著

二枚貝漁獲量が多かった時期とプランクトン沈殿量の傾向が類似していることから、餌料環境の低下が示唆される

沈殿物中の優占種: 冬～春期; *Skeletonema*, *Chaetoros*, *Eucampia*, *Asterionella*, 夏期; *Noctiluca scintillans*, *Ceratium*, *Oithona*

山下輝昌 (1977) 昭和52年度有明水産試験場研究業務報告より



資料：平成12年～平成13年度福岡県水産海洋技術センター有明海研究所事業報告書

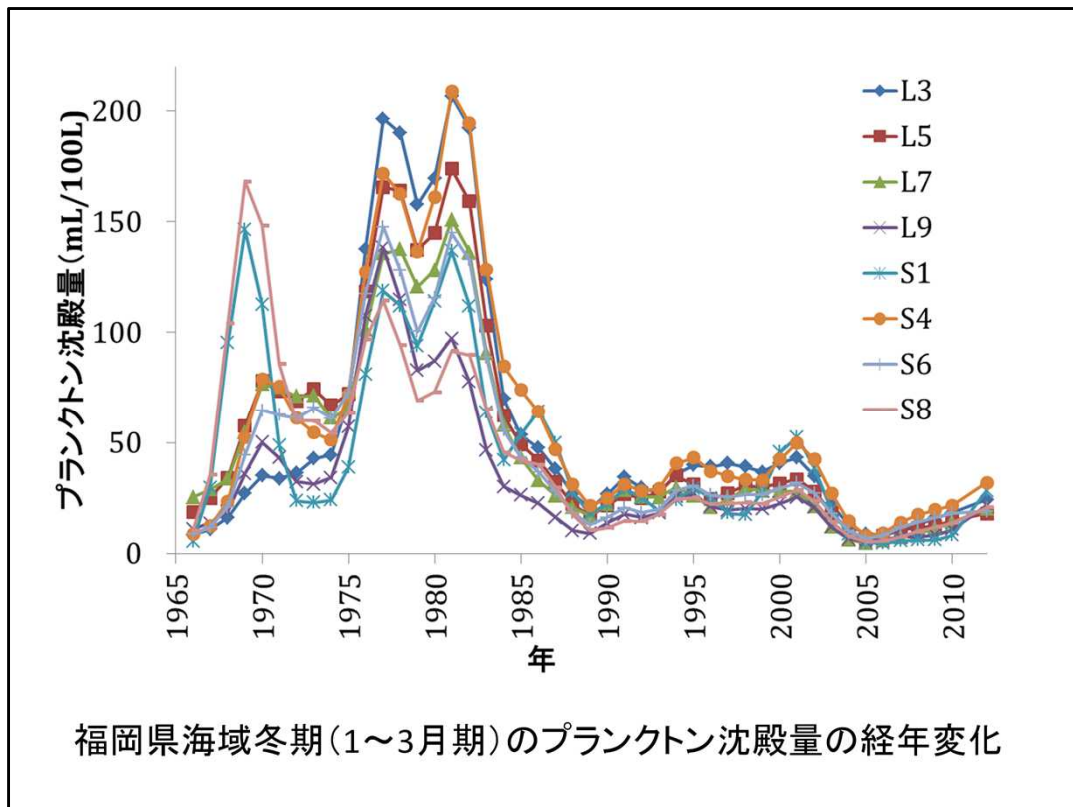
プランクトン沈殿量とクロロフィル濃度との関係を季節別に図示した。

解析の結果、冬期(1～3月)のプランクトン沈殿量とクロロフィル濃度との間には高い相関があり(大型の珪藻が冬期に優占するため)、この時期であれば植物プランクトン濃度の指標として評価できることが判明した

福岡県水産海洋技術センター有明海研究所が2011～2013年の1～3月期に調査したプランクトン沈殿物中の第1～3優占種を精査した結果、近年特に種組成が大幅に変化したとは判断できない。
*Chaetoceros*属(18%)、*Rhizosolenia*属(15%)、カイアシ類(14%)、*Eucampia*属(13%)、*Skeletonema*属(12%)、*Coscinodiscus*属(10%)

このことは、プランクトン体サイズの変化ではなく、現存量全体が変動

していると見なすことができる



資料： 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所「昭和41～平成23年度浅海定線調査事業」より

福岡県沿岸のデータを基に、クロロフィル濃度と相関が認められる1～3月期のプランクトン沈殿量の経年変化を図示した。

これによれば、すべての定点で1970年代中頃から1980年代中頃まで、クロロフィル濃度が極めて高い期間が認められた。近年はプランクトン沈殿量が低めに推移し、特に2005年以降は極めて低位で推移している。

一方で、1998年以降、有明海では冬期の珪藻赤潮発生件数が急激に増大し、全体の赤潮発生件数を押し上げている、しかしながら、プランクトン沈殿量から推定すると、むしろ1998年以降は大型珪藻の発生が低下していると言える。

有明海における1998年以降の赤潮発生件数(冬季)の増加に関する考察

- 赤潮発生件数のほとんどは冬季の珪藻赤潮で占められている
- 水産庁の報告資料を精査すると、1998年から冬季の珪藻赤潮、ノリの色落ち被害の報告が急増していることが確認できた
- 赤潮として着色が認められない程度の細胞密度でも赤潮発生、ノリの色落ち被害報告が認められる。自治体に確認したところ、珪藻の出現は昔からこの程度認められたが、近年は色落ち被害が出ることから、1998年ぐらいから密に報告をするようになったという事実を確認した。

事実関係を整理すると、1998年から以前ではノリの色落ちが発生しない珪藻類密度でも漁業被害が発生するため、報告頻度が上昇したと判断された。従って、1998年以降の珪藻赤潮増加は、いわゆる「発見の機会増大」とであると推定された。